工业遗产更新中的智能文创商业空间与智慧民宿一体化空间设计研究

——以南通唐闸西市街 18 号工业大棚为例

王雨晨　纪明媚 *　陶思岐
（南通理工学院 传媒与设计学院）
DOI：10.65285/RWYSHKX.V2I7.014

摘　要：轻型工业遗产的适应性再利用，始终面临历史风貌保护与空间功能升级的双重拉扯，力学边界与空间需求的矛盾贯穿始终。本文以南通唐闸 1895 工业遗产片区西市街 18 号张謇原厂轻型大棚为实证样本，探讨微创干预逻辑下的空间重构路径。传统依附式加建不仅会打破原有工业排架的受力平衡，也难兼顾现代文旅旅宿的消防与采光规范。基于此，本文提出以结构自平衡为核心的 “房中房” 轻钢骨架置换体系，让新增荷载与遗产外壳在物理受力层面彻底解耦，在不损伤建筑立面与主体结构的前提下，拓展垂直方向的可用容积。
关键词：工业遗产；房中房体系；空间句法；智慧民宿；张謇实业文化

Research on the Integrated Space Design of Smart Cultural and Creative Commercial Space and Smart Guesthouse in the Renovation of Industrial Heritage: A Case Study of No. 18 Industrial Shed, Xishi Street, Tangzha, Nantong

Yuchen Wang, Mingmei Ji*, Siqi Tao
School of Media and Design, Nantong Institute of Technology

Abstract: The adaptive reuse of light industrial heritage always faces the dual tug of historical style protection and spatial function upgrading, and the contradiction between mechanical boundaries and spatial demands runs through the whole process. This paper takes the original Zhang Jian light industrial shed at No. 18 Xishi Street in the Tangzha 1895 industrial heritage area in Nantong as an empirical sample to explore the path of spatial reconstruction under the logic of minimally invasive intervention. Traditional attached additions not only disrupt the force balance of the original industrial bent frame, but also hardly satisfy modern fire safety and lighting codes for cultural tourism and accommodation. On this basis, this paper puts forward a "room within a room" light steel skeleton replacement system with structural self-balancing as the core. The new load and heritage shell are completely decoupled in mechanical force, which expands the usable vertical volume without damaging the building facade and main structure.
Keywords: industrial heritage; room-within-a-room system; space syntax; smart homestay; Zhang Jian's industrial culture

一、绪论和研究对象存在的问题

位于南通唐闸 1895 街区西市街 18 号的这座工业大棚，最早是张謇创办实业体系时建造的生产配套用房。这整栋建筑到现在依然保留着晚清到民国初期比较典型的单跨排架结构，还有那种清水红砖墙体；不过随着原来纺织生产功能的退出，一系列实际问题也暴露了出来，比如建筑结构出现老化，围护部件的保温隔热效果差，无法跟上如今的需求。

如果对这种跨度比较大的单层轻型大棚的改造过程进行分析，我们能够发现，这里面最主要的矛盾点其实都在建筑承重安全与文物保护要求这两个方面的冲突上：首先是建筑本身的承重能力跟加盖楼层的力学要求不太符合；以前建这个房子的时候仅仅是当成单层仓库或者简易加工厂来设计的，这就导致红砖排架的抗剪空间以及下面浅基础的地面承重能力都很有限 [1]。如果依然采用老方法，也就是在原有的承重柱上加钢筋并且搭接型钢梁的话，那么在施工的时候就很容易破坏外立面那些有历史的墙体；这个结果和遗产修缮过程中所强调的“最小程度干预”原则是完全背道而驰的。其次是多种功能的动静需求存在对立情况，而且法规方面也有限制；文创零售区需要的是方便人走动，并且比较开放流畅的平面布局，但是度假住宿区却要求隔音好、私密性强，还要有单独的疏散通道。另外，文物保护部门管得比较严，限制在外墙上重新开窗，这样就把二层客房依靠外墙进行采光和自然排烟的常规办法给堵死了，最后很容易导致消防验收不合格。

二、相关理论标准和空间替换原理

（一）工业遗产改造需恪守可恢复性与原真性原则。

《下塔吉尔宪章》提出保护工业遗产应留存承载生产流程与历史信息的实物建筑，强调改造可逆，新增构件拆除时不得损伤原建筑 [2]；《都柏林准则》要求新增功能顺应

原有空间肌理，不可改动建筑受力体系与外立面 [3]。但实际工程夹层加建常采用新老结构硬连接，钻孔、焊接会对砖混墙体形成不可逆损伤，实现新旧共存、受力互不干扰成为改造关键。

（二）存量建筑“房中房” 微创置换理论

“房中房” 嵌套微创体系能实现承重分离，该技术起源于实验室防震降噪场景，后应用于历史建筑更新。方案保留原有外墙作为外围护，于室内搭建闭合独立框架，荷载由新增结构自行向下传递，不依靠老建筑承载，降低改造对遗产本体的扰动。

一方面是把荷载给彻底分开了，新搭出来的二楼自身的重量，加上里面走动的人员和安放的设备，这些压力是不会通过梁柱连接的地方去给外面的老墙增加负担；另一方面是形成了物理缓冲隔层的作用，能降低整体能耗。

三、现状勘测和存在矛盾的推演

测绘的基本情况和空间物理方面的缺陷：西市街 18 号厂房经过实地测量，占地面积大约 1200 平方米，东西方向的面宽为 48 米，南北方向的进深是 25 米；它的平面布局比较规整，屋子中间也没有立柱，屋顶排架最下方的横梁净高有 7.2 米，顶部屋脊最尖端达到了 9.1 米高。

建筑外围挡风墙体采用 240 mm 烧结普通砖顺砌，部分墙角及墙面存在泛碱、表层风化脱落病害；屋面为早期单层轻质压型波形瓦，采光天窗老化渗漏。但外墙无保温夹层，夏季屋面辐射热积聚、冬季冷风渗透明显；全域布设大功率集中空调既破坏历史风貌，运行能耗也较高。

关于防火与排烟的死角问题：按照《建筑防火通用规范》的规定，多层商业旅馆必须保证各个分区的疏散通道是可以直接通到室外的 [4]。但现在这栋建筑的外墙并不具备拆除墙体去开窗户的条件，同时老建筑本身单跨 25 米的进深，又很容易让走道尽头位置的疏散距离超过标准规定；因此，必须从内部向外重新规划布局

四、动作比较小的置换体系和智慧空间的设计机制

（一）植入自平衡的装配式钢骨架并避开基础

内部新设置的空间整体上都采用了在工厂预制好后再进行拼装的干式施工方法；室内的打桩位置会主动避开老条形砖基础受力影响的范围，打斜的角度控制在 30 度左右；施工过程中选用的是那种震动扰动比较小的小型静压钢管桩。在柱网和截面优化这一块，内部结构的二层采用了 6 米乘 6 米的标准网格布局，立柱挑选的是薄壁方钢管混凝土柱，主次梁选用的则是 Q355B 型号的薄壁 H 型钢；通过在方钢管内部浇筑微膨胀的 C40 混凝土，可以将柱子的截面尺寸控制在 250 毫米乘 250 毫米以内；这样做不但减轻了结构本身的重量，也给一层的商业展示区域腾出了更多的可用面积。在四周净空悬置的方面，二层钢结构外侧的边缘，距离老屋子的红砖墙之间，预留出了一条 0.8 到 1.2 米宽的通道；在顶部和排架角钢下沿之间，至少保留了 500 毫米的防震空隙；内部所有的管线都是顺着独立骨架进行铺设的，构件拼接全部使用高强度螺栓，不在现场进行动火焊接，也不在原有的老构件上打孔，完全满足后期可以进行拆除恢复的要求 [5]。

（二）分离动线布局并在内部做采光中庭

结合空间布局连通性的分析方法，这个方案对一层和二层的空间纵深做出了差异化的安排 [6]；首层主要侧重于提升客流的通达程度；西侧的入口故意向内部退让了一段距离，主要用来吸引街区外围的人流进入；整体的游览路线设计成了环形发散的图样，引导游客向空间的深处走动。二层则是专门设置了独立的通行和疏散通道，民宿单独进出的大门开在了大棚背对街道的那一侧，住宿的游客推开防火门进入防烟楼梯和电梯，可直接到达二层的接待前台，他们不需要经过一层商业区。为了解决采光问题而设计的内部中庭，因为外立面的砖墙不允许被改动，方案就在二层结构的中央位置，对称地挖出两个 6 米乘 8 米的垂直采光庭院；接着把老厂房斜屋顶上条状的采光瓦，更换成透光性更好的双层夹胶玻璃，白天自然光线穿透屋架照射进中庭，既能够照亮二层客房外面的走廊，也能给一层光线较暗的核心区域补光，并且还满足了室内需要自然排烟的要求，避免了在原外墙上私自开窗导致违规的情况。

（三）利用物联网感知空间环境并分级调节

针对单层大空间夏天易积热、客房隔音效果不好的缺点，方案搭建了一套“外层缓冲加内层调节”的两级温度环境控制系统；在传感器网络布设方面，顺着内外层的空气夹层、客房以及一层大厅的区域，安装低功耗的无线传感器，主要用来监测室内的温湿度、二氧化碳浓度以及噪音大小。在气流自动调节方面，原本的旧大棚被当成了第一级的缓冲区域，屋脊上用来换气的天窗被改成了由电脑控制的电动百叶排烟窗；在夏天，如果监测到大棚顶部的温度持续超过 32 度，天窗就会自动开启，再配合底部的进风口，依靠热空气上升的原理自然而然地排出内部的热量；而二级的客房内部，搭配的是顶棚式的制冷设备以及全热交换新风系统；根据软件模拟测算的结果，这种分级调节的方式，比整个大空间统一开空调，大约能够节省 38.5% 的运行能耗。在干式多层隔音处理方面，客房之间的隔墙采用了“双层 12 毫米纸面石膏板夹着轻钢龙骨、里面填充吸音岩棉再贴阻尼隔声毡”的组合装配墙板；楼板下方也铺满了具有高阻尼性能的减震垫层，让墙体的隔声量达到了 48 分贝以上，把一层商业区的喧闹噪音阻挡在了客房外面。

（四）使用生成式模型转换张謇实业的图案纹样

在这次的文创设计环节，没有采用印老照片或粘贴图案等简单的传统做法，而是先整理了一批和工业相关的图片素材，然后交给 AI 模型去生成比较合适的设计花样；在前期整理图像素材的时候，研究人员收集了唐闸大生纱厂早年的账册水印、纺织布料的纹理、机械零件的工程图纸以及企业的老印章；随后对这些照片调整了透视角度，把杂点和模糊的地方处理干净，最后整理出了六百张较清晰的灰度图和线描图底稿。在 AI 模型针对性训练的阶段，是以扩散模型作为基础，又加入 LoRA 微调模块来对模型进行

专门的训练；这是为了让模型去学习张謇实业遗存里那些齿轮的线条、织物的纹理，以及晚清时期工业版画的风格特点，避免最后生成的图案和本地文化氛围不符。

五、实施的协同机制与综合效益反思

（一）施工装配程度与全周期的维护

在对施工进行管控的方面，整个建筑场地内部不允许进行现场砌墙或搅拌混凝土等湿作业；所有需要用到的构件，都是按照设计的具体要求，提前在钢结构工厂里面加工好的；当这些构件被运送到施工现场之后，工人们只用小型龙门架和液压搬运车就能把它们拼装起来；主体结构的吊装以及拼接时间，严格控制在四十五天，这种方式，能有效地减少施工扬尘和震动，降低对老街坊居民和红砖墙体带来的不良影响。在后期的运维管理方面，计划搭建一套统一的运营管理系统；同时，可以利用二层智慧民宿赚来的经营收入，去填补老厂房日常维护产生的花销，这样就能让这个空间靠自己形成一种稳定的收支平衡。

（二）方案实施的效益

首先，建筑的历史风貌得到了完整的保留。西市街 18 号建筑外立面的红砖纹理以及排架结构，都按照原本的样子保存下来了，完全没有在外墙上新开任何洞口，这一点很符合文物保护和规划审批部门要求。其次，空间的使用效率得到了比较明显的提升。在占地 1200 平方米的建筑基底上面，通过改造在内部新增加了大约 850 平方米的有效使用面积，使得建筑的容积率从之前的 1.0 提升到了 1.71；里面一共规划出了 14 间带有实业主题的智慧客房，另外还有连通在一起的文创展示售卖空间。最后，低碳改造的做法也是很有示范意义的。项目里使用的装配式钢结构和干式轻质墙板，它们的可回收利用率都超过了 90%；像这种“让结构受力分离、在内部实现自主采光、对气候进行分级调控”的设计思路。

综上，对工业遗产进行适应性的改造，本质上就是在那些不能随意改动的历史建筑限制条件，与我们不断变化的使用需求之间，努力去寻找一个关于结构和空间的平衡点；南通西市街 18 号工业大棚的这次设计实践表明，不需要采用破坏性的加建方法，也不用搞那些表面化的翻新工程，只要依靠重量较轻的自承重结构，然后再根据实际情况适当地加入一些智能化的调控手段，也是可以同时把遗产保护工作和现代空间的活力营造这两件事给做好的。

参考文献：

[1]Hikmet E , Burak A .Renovation Project of Industrial Heritage[J].The Challenge of Change: Dealing with the Legacy of the Modern Movement, 2008.

[2] 陶蓉蓉 . 产业融合背景下的文创设计与民宿发展研究 [J]. 盐城师范学院学报：人文社会科学版 ,2020,40(1):8.

[3] 李晓丽 , 王洪欣 , 曹茜茜 , 等 . 隔震 , 减震技术在工业化建筑的应用 [J]. 住宅与房地产 ,2025(14):32-36.

[4]International Committee for Conservation of the Industrial Heritage.The Nizhny Tagil Charter for the industrial heritage / July, 2003[J].Industrial Heritages in Kinki Japan, 2006.

[5] 中华人民共和国住房和城乡建设部 . 中华人民共和国国家标准建筑结构荷载规范 :GB 50009-2012[M]. 中国建筑工业出版社 ,2012.

[6] 中华人民共和国建设部 . 中华人民共和国国家标准 . 建筑设计防火规范 [M]. 中国计划出版社 ,2006.

作者简介：王雨晨（2006 年 3 月 -）、女、汉族、安徽亳州人、本科在读、南通理工学院、研究方向：环境设计 - 工业遗产空间更新设计。

基金项目：南通理工学院大学生创新创业训练计划项目《工业遗产更新中的智能文创商业空间与智慧民宿一体化空间设计研究》（项目编号：XDC2026162）